

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2003年12月18日 (18.12.2003)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 03/104524 A1(51) 国際特許分類<sup>7</sup>: C23C 16/44, H01L 21/31, 21/285[JP/JP]; 〒107-8481 東京都港区赤坂五丁目3番6号  
Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP03/07294

(22) 国際出願日: 2003年6月9日 (09.06.2003)

(72) 発明者; および

(25) 国際出願の言語: 日本語

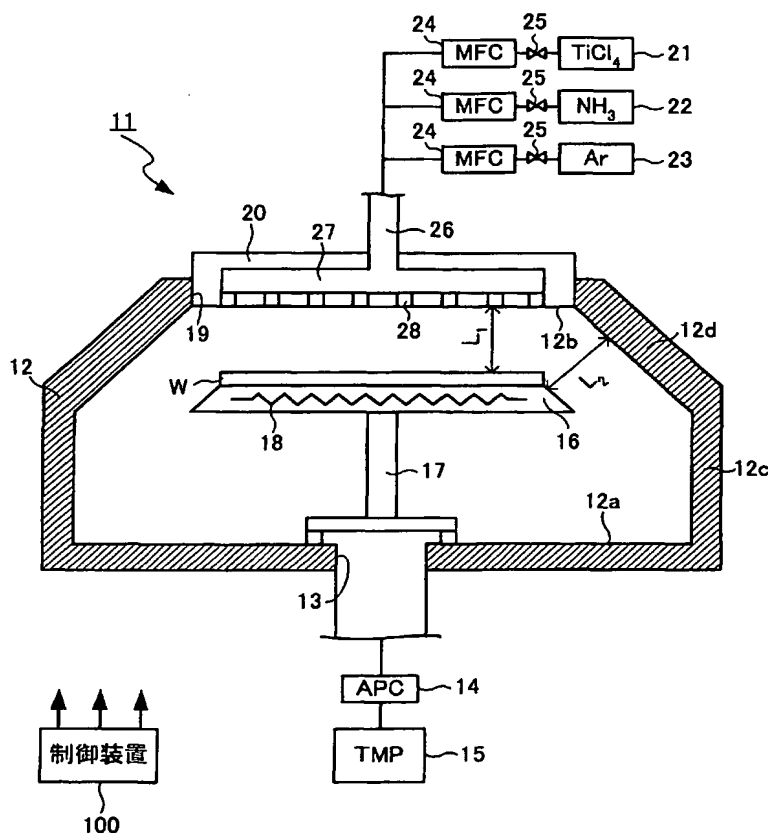
(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2002-169322 2002年6月10日 (10.06.2002) JP(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 軍司 勲男  
(GUNJI, Isao) [JP/JP]; 〒407-0192 山梨県 韮崎市 穂坂町三ツ沢650 東京エレクトロン株式会社内 Yamanashi (JP). 石坂 忠大 (ISHIZAKA, Tadahiro)  
[JP/JP]; 〒407-0192 山梨県 韮崎市 穂坂町三ツ沢650 東京エレクトロン株式会社内 Yamanashi (JP). 河南 博 (KANNAN, Hiroshi) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都港区赤坂五丁目3番6号 東京エレクトロン株式会社内 Tokyo (JP). 沢田 郁夫 (SAWADA, Ikuo) [JP/JP]; 〒407-0192 山梨県 韮崎市 穂坂町三ツ沢650 東京エレクトロン株式会社内 Yamanashi (JP). 小島 康彦

[続葉有]

(54) Title: PROCESSING DEVICE AND PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 処理装置及び処理方法



100....CONTROL DEVICE

(57) Abstract: The ceiling surface (12b) of a chamber (12) is substantially entirely formed with a gas supply port (19). Further, the gas supply port (19) has a shower head (20) fitted therein. The peripheral edge of the ceiling surface (12b) has connected thereto a second side wall (12d) forming an angle greater than 90 degrees with the ceiling surface (12b). Further, the side surface of a susceptor (16) is formed such that it forms an angle greater than 90 degrees with a mounting surface for a wafer (W) and is substantially parallel with the second side wall (12d) of the chamber (12). Further, the susceptor (16) is disposed such that the distance (L2) between its side surface and the second side wall (12d) is greater than the distance (L1) between the shower head (20) and the wafer (W).

(57) 要約: チャンバ(12)の天井面(12b)のほぼ全体にガス供給口(19)が形成されている。また、ガス供給口(19)には、シャワーヘッド(20)が嵌装されている。天井面(12b)の周縁には、天井面(12b)と90度より大きい角度をなすように構成された第2の側壁(12d)が接続されている。また、サセプタ(16)の側面は、ウェハWの載置面と90度より大きい角度をなしチャンバ(12)の第2の側壁(12d)と略平行になるように形成されている。さらに、サセプタ(16)は、その側面と第2の側壁(12d)との距離L2が、シャワーヘッド

ド(20)とウェハWとの距離L1より大きくなるように配置される。



(KOJIMA, Yasuhiko) [JP/JP]; 〒407-0192 山梨県 韮崎市 穂坂町三ツ沢 6 5 0 東京エレクトロン株式会社 内 Yamanashi (JP).

(74) 代理人: 木村 満 (KIMURA, Mitsuru); 〒101-0054 東京都 千代田区 神田錦町二丁目 7 番地 協販ビル 2 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

## 処理装置及び処理方法

## 技術分野

- 5 本発明は、半導体ウェハ等の被処理体に、所定の表面処理を施す処理装置及び処理方法に関する。

## 背景技術

- 現在、半導体集積回路の微細化、高集積化が進行した結果、基板等の基板表面  
10 に形成される配線溝等のパターンの微細化が進行している。これにより、配線金属の下地膜として薄膜を形成する場合など、微細な配線溝内に極めて薄い膜を均一に、良好なカバレッジで形成することが求められる。このため、近年、微細な溝内にも、良好な膜質で、原子層レベルの膜を形成可能な方法として、原子層堆積法 (Atomic Layer Deposition : A L D) と呼ばれる方法が開発されている。

- 15 A L D は、例えば、以下のような工程から構成される。以下に示す例では、配線パターン (配線溝) が形成された基板の表面に、四塩化チタンガスおよびアンモニアガスを用いて、窒化チタンからなる下地膜を形成する場合について説明する。

- まず、チャンバ内に基板を收容し、チャンバ内を所定の真空度まで減圧する。  
20 続いて、チャンバ内に四塩化チタンガスを所定時間導入する。これにより、基板の表面に四塩化チタン分子が多層に吸着する。その後、チャンバ内を不活性ガスでパージし、これにより、基板表面に吸着したほぼ 1 層分の四塩化チタン分子を除いて、チャンバ内から四塩化チタンを除去する。

- パージ後、チャンバ内にアンモニアガスを所定時間導入する。これにより、基  
25 板の表面に吸着した四塩化チタン分子とアンモニア分子とが反応して、基板の表面にほぼ 1 原子層分の窒化チタン層が形成される。このとき、形成された窒化チタン層の上には、アンモニア分子が多層に吸着している。その後、チャンバ内を不活性ガスでパージし、窒化チタン層上に吸着したほぼ 1 層分のアンモニア分子を除いて、チャンバ内からアンモニア分子を除去する。

続いて、再び、四塩化チタンガスをチャンバ内に所定時間導入する。これにより、吸着したアンモニア分子と四塩化チタンとが反応して新たな窒化チタン層が形成される。すなわち、この状態ではほぼ2原子層の窒化チタン層が形成されていることになる。

- 5      また、このとき、窒化チタン層上には四塩化チタン分子が多層に吸着している。その後、チャンバ内を不活性ガスでパージすることにより、窒化チタン層上にはほぼ1層分の四塩化チタンが吸着した状態となる。その後、上記のように、アンモニアガスの導入、パージ、四塩化チタンガスの導入、パージ、…、というように、チャンバ内の雰囲気を取り替えて、所定原子層分、すなわち、所定厚さの窒化チタン層を形成する。例えば、チャンバ内のガス雰囲気を数百～数千回切り替えることにより、数nm～数十nmの窒化チタン膜を形成することができる。従って、このALDを用いて高いスループットを得るには、ガス雰囲気の切り換えを高速に行う必要がある。
- 10

- ところで、上記ALD処理は、図8に示すような処理装置を用いて行われる。
- 15      図に示す処理装置101は、円筒状のチャンバ102と、半導体ウェハWが載置され、シャフト103によりチャンバ102の略中央に固定された円盤状のサセプタ104と、チャンバ102の天井部に設けられたガス供給口105と、チャンバ102の底部に設けられた排気口106と、を備える。

- 上記構成のチャンバ102内にガスが流れる際、チャンバ102内のガス供給口105およびサセプタ104の近傍R1、R2に、ガスが滞留する部位、所謂淀みが発生しやすい。これは、サセプタ104の下方および排気口106の近傍R3、R4においても同様である。淀みが発生した領域内では、ガスの流れが不均一となる。このため、チャンバ102内のガス雰囲気を切り換える際、淀みが発生した領域は、他の領域よりもガスが切り換えられ難い。
- 20
- 25      従って、淀み発生領域が広いほど、チャンバ102内の雰囲気を取り換え速度は低下し、スループットが低下する。

このように、従来のALDに用いる処理装置は、淀みの発生により、ガス雰囲気の切り換え速度が低下し、十分に高い生産性が得られないおそれがあった。

## 発明の開示

上記実状に鑑みて、本発明は、高速なガス雰囲気の切り換えが可能な、生産性の高い処理装置及び処理方法を提供することを目的とする。

上記目的を達成するため、本発明の第1の観点に係る処理装置は、

5     チャンバと、

前記チャンバ内に設けられ被処理体を載置する載置台と、

前記チャンバの一面に設けられ前記チャンバ内に所定のガスを供給するためのガス供給口と、

を備え、

10    前記載置台は、前記チャンバの一面と略平行に配置され、

前記供給口から前記被処理体に向かう前記ガスの流れに沿った前記チャンバの略垂直断面において、前記チャンバの一面に隣接する前記チャンバの側壁は、前記チャンバの一面と90度より大きい角度をなすように構成される、

ことを特徴とする。

15    上記構成によれば、ガス供給口付近におけるガスの滞留が抑制され、短時間でのガス雰囲気の十分な切り換えが可能となる。これにより、高速なガス雰囲気の切り換えが可能となり、生産性の高い処理が行える。

前記ガス供給口は、前記被処理体と略同一の面積を有するように形成されていることが望ましい。

20    また、前記供給口から前記被処理体に向かう前記ガスの流れに沿った前記載置台の略垂直断面において、前記被処理体を載置する載置面は、当該載置面と隣接する前記載置台の側面と90度より大きい角度をなすように構成されることが望ましい。

さらに、前記供給口から前記被処理体に向かう前記ガスの流れに沿った前記チャンバ及び前記載置台の略垂直断面において、前記チャンバの側壁は、前記載置台の前記側面と略平行に構成されていることが望ましい。

25    また、前記供給口から前記被処理体に向かう前記ガスの流れに沿った前記チャンバ及び前記載置台の略垂直断面において、前記チャンバの側壁と前記載置台の前記側面との距離は、前記チャンバの一面と前記被処理体との距離

よりも小さくなるように構成されていることがさらに望ましい。

上記目的を達成するため、本発明の第2の観点に係る処理装置は、  
チャンバと、

前記チャンバ内に設けられ被処理体を載置する載置台と、

- 5 前記チャンバの一面に設けられ前記チャンバ内に所定のガスを供給するための  
ガス供給口と、  
を備え、

前記載置台は、前記供給口から供給される前記ガスの流れ方向と略平行に配置  
され、

- 10 前記チャンバの略垂直断面及び／又は略水平断面において、前記チャンバの一  
面に隣接する前記チャンバの側壁は、前記チャンバの一面と90度より大きい角  
度をなすように構成される、  
ことを特徴とする。

上記目的を達成するため、本発明の第3の観点に係る処理装置は、

- 15 チャンバと、  
前記チャンバ内に設けられ被処理体を載置する載置台と、  
前記チャンバの一面に設けられ前記チャンバ内に所定のガスを供給するため  
のガス供給口と、  
前記チャンバ内を排気するためのガス排気口と、  
20 を備え、

前記チャンバは、前記ガス供給口から供給された前記ガスが前記被処理体近傍  
に到達するまでの流路断面が漸増し、前記ガスが前記被処理体近傍を通過してか  
ら前記ガス排気口に至るまでの流路断面が漸減するように構成される、

ことを特徴とする。

- 25 この構成によれば、ガス供給口近傍に加えてガス排気口近傍におけるガスの滞  
留が抑制されるので、一層短時間でのガス雰囲気の切り換えが可能となる。

上記目的を達成するため、本発明の第4の観点に係る処理方法は、

チャンバ内に複数種のガスをガス供給口から交互に供給して、前記チャンバ内  
の雰囲気を切り換えながら、前記チャンバ内に配置された基板を処理する方法で

あつて、

前記ガス供給口から所定のガスを前記チャンバ内に供給するガス供給ステップと、

- 5 前記ガス供給ステップにて供給されたガスの流れ方向に沿って、前記ガスが前記基板近傍を通過する時の速度に対して、前記ガスが前記基板近傍を通過した後の速度を漸増させる速度変換ステップと、を備える、

ことを特徴とする。

- 10 この方法によれば、ガスの滞留部が発生し易い下流側のチャンバ壁面近傍におけるガス速度が増加するので、ガスの滞留部の発生を効果的に抑制することができる。そのため、高速なガス雰囲気の切り換えが可能となり、生産性の高い処理を行うことができる。

- 15 前記速度変換ステップにて、前記ガスは、前記基板近傍を通過した後では前記基板近傍を通過する時の流路断面よりも小さい流路断面を有するように、前記チャンバ内を流されることが望ましい。

15

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の実施の形態にかかる処理装置の側断面図である。

図 2 は、本発明の実施の形態にかかる処理装置を用いた成膜処理のフローチャートである。

- 20 図 3 A は、図 1 に示す処理装置を用いた場合における圧力分布のシミュレーション結果を模式的に示す図である。

図 3 B は、従来の処理装置を用いた場合における圧力分布のシミュレーション結果を模式的に示す図である。

図 4 は、本発明の他の実施の形態にかかる処理装置の側断面図である。

- 25 図 5 は、本発明の別の実施の形態にかかる処理装置の横断面図である。

図 6 は、本発明のさらに別の実施の形態にかかる処理装置の側断面図である。

図 7 は、本発明の実施の形態の変形態様を示す処理装置の側断面図である。

図 8 は、従来の処理装置における淀み発生領域を模式的に示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本実施の形態にかかる処理装置について、図面を参照して説明する。本実施の形態では、四塩化チタン ( $\text{TiCl}_4$ ) ガスとアンモニア ( $\text{NH}_3$ ) ガスとをアルゴン ( $\text{Ar}$ ) ガスによるパージを挟んでチャンバ内に交互に供給して、半  
5 導体ウェハ（以下、ウェハW）の表面に窒化チタン ( $\text{TiN}$ ) 膜を、いわゆる原子層成膜法（Atomic Layer Deposition：ALD）を用いて成膜する処理装置を例として説明する。

図1に、本実施の形態にかかる処理装置11の側部断面を示す。図1に示すように、処理装置11は、略六角形の断面を有する、中空円筒状のチャンバ12を  
10 備える。チャンバ12は、ステンレススチール、アルミニウム等から構成される。

ガス供給口19には、ガス供給部28が設けられている。ガス供給部28は、 $\text{TiCl}_4$ ガス源21と、 $\text{NH}_3$ 源22と、 $\text{Ar}$ 源23と、にそれぞれ、マスフローコントローラ24およびバルブ25を介して接続されている。

図1に示すように、チャンバ12は、底面12aと、底面12aと互いに略水平に対向する底面12aよりも小径の天井面12bと、底面12aから略垂直に  
15 起立する第1の側壁12cと、第1の側壁12cと天井面12bとを接続し天井面12bと90度より大きい角度をなす第2の側壁12dと、を備える。

チャンバ12の底面12aには、排気口13が設けられている。排気口13は、APC（Auto Pressure Controller）等の圧力調整装置14を介して排気装置1  
20 5に接続されている。排気装置15は、TMP（Turbo Molecular Pump）等から構成され、チャンバ12内を排気、減圧する。

チャンバ12内の略中央には、円盤状のサセプタ16が設けられている。サセプタ16は、チャンバ12の底面12aに固定されたシャフト17によって支持されている。サセプタ16の上面には、被処理体であるウェハWが載置される。  
25 サセプタ16の上面は、ウェハWよりも大径とされている。サセプタ16には、抵抗発熱体等から構成されるヒータ18が埋設され、サセプタ16上のウェハWを加熱可能となっている。

サセプタ16は、図1に示すように、主面に平行な方向（紙面に垂直な方向）から見て台形状の断面を有する。サセプタ16の下面は上面よりも大径に設定さ



れ、従って、サセプタ 16 の周縁部 (側面) は、ウェハ W の載置面と 90 度より大きい角度をなすように形成されている。ここで、サセプタ 16 は、ウェハ W を第 1 の側壁 12 c の高さ、すなわち、第 2 の側壁 12 d と第 1 の側壁 12 c との接続部分の高さとほぼ同じに保持するように設けられている。例えば、サセプタ 16 は、その下面が、チャンバ 12 の第 1 の側壁 12 c の高さとはほぼ同一となるように形成される。また、テーパ形状を有するサセプタ 16 の側面は、第 2 の側壁 12 d と略平行になるように形成されている。

チャンバ 12 の天井面 12 b には、サセプタ 16 を介して排気口 13 と対向するように、ガス供給口 19 が設けられている。ガス供給口 19 は、ウェハ W とほぼ同一の面積を有するように配設されている。

ガス供給口 19 には、シャワーヘッド 20 が嵌装されている。シャワーヘッド 20 は、 $\text{TiCl}_4$  ガス源 21、 $\text{NH}_3$  ガス源 22 および  $\text{Ar}$  ガス源 23 に、それぞれ、MFC (Mass Flow Controller) 等の流量制御装置 24 およびバルブ 25 を介して接続されたガス供給管 26 を備える。ガス供給管 26 は、シャワーヘッド 20 の内部に設けられた中空の拡散部 27 に接続されている。

シャワーヘッド 20 は、チャンバ 12 内部への露出面には、拡散部 27 と連通する多数のガス供給穴 28 が形成されている。各種ガス源 21 ~ 23 からシャワーヘッド 20 に供給されたガスは、拡散部 27 において拡散されてガス供給穴 28 から噴出される。ここで、拡散部 27 により、ガス供給穴 28 からはほぼ均等にガスが供給される。

ガス供給穴 28 は、シャワーヘッド 20 の露出面のほぼ全体にわたって設けられている。シャワーヘッド 20 の露出面はウェハ W よりも大径に構成され、これにより、ウェハ W の表面全体にガスが供給される。

天井面 12 b はガス供給口 19 とほぼ重なるように設けられていることから、ガスは天井面 12 b のほぼ全体から供給される。このとき、上記のように、チャンバ 12 の第 2 の側壁 12 d は、隣接する天井面 12 b と 90 度より大きい角度をなすように形成されている。

ここで、ガスの供給の際、チャンバ 12 のような形状を有さない構造では、図 8 に示すように、ガス供給口の近傍 R1 に淀みが発生しやすい。しかし、図 1 に

示す構造のチャンバ12では、ガス供給口19近傍の淀みの発生しやすい領域が物理的に排除されているため、淀みの発生は低減される。

また、サセプタ16は略台形の断面形状を有するように形成されていることから、サセプタ16の側面近傍における淀みが発生しやすい領域（図8のR2）が

5 物理的に排除されている。これにより、淀みの発生は低減される。

さらに、図1に示すように、サセプタ16の側面とチャンバ12の側壁12dとの距離 $L_2$ は、シャワーヘッド20とウェハWとの距離 $L_1$ よりも小さい。すなわち、シャワーヘッド20から供給されたガスは、ガスがウェハW上を通過する時に比べて、ウェハWを通過した後の流路断面が小さくなるように流される。このため、ガスは、流速が増加された状態で、側壁12d及び12cに沿って流れるので、チャンバ12下部の淀み（図8のR3）の発生を効果的に抑制することができる。

制御装置100は、上記構成を有する処理装置11の各構成部の動作を制御する。また、制御装置100は、所定の処理を実行するための処理シーケンスを記憶し、この処理シーケンスに基づいて、後述する処理を実行する。なお、制御装置100の構成及び詳細な動作については、ここでは説明を省略する。

次に、上記のように構成された処理装置11を用いて、ウェハW表面にTiN膜を成膜する方法について、図2を参照して説明する。図2は、本実施の形態におけるTiN膜の形成方法を示すフローチャートである。なお、図2に示すフローチャートは、処理の一例であり、同様の結果物が得られれば、このフローチャートに示された手順に限定されない。

まず、例えば図示しない搬送アームを動作させてチャンバ12内にウェハWを搬入し、載置台24上に載置する（ステップS11）。続いて、サセプタ16内部のヒータ18を制御して、ウェハWを、所定の温度、例えば、450℃に加熱する。また、同時に、チャンバ12内に、Arガスを供給する（ステップS12）。ここで、Arガスは、例えば、200sccmの流量に制御されて供給される。このとき、チャンバ12内の圧力は、例えば、400Pa（3Torr）に保持されている。なお、Arガスは、以下に述べる処理工程中、常にチャンバ12内に流されている。

続いて、チャンバ12内に所定時間、例えば、0.5秒間 $TiCl_4$ ガスを供給する（ステップS13）。ここで、 $TiCl_4$ ガスは、例えば、30 sccmの流量に制御されて供給される。このとき、ウェハWの表面に $TiCl_4$ 分子が吸着する。

- 5 所定時間後、 $TiCl_4$ ガスの供給は停止される。この状態で、Arガスは依然として流れており、チャンバ12内は、Arガスによりパージされる（ステップS14）。このとき、ウェハWの表面に吸着した、ほぼ1原子層分の $TiCl_4$ 分子を除いて、 $TiCl_4$ ガス（分子）は、チャンバ12内から排気され、除去される。

- 10 次いで、所定時間、例えば、0.5秒間パージを行った後、チャンバ12内に所定時間、例えば、0.5秒間 $NH_3$ ガスを供給する（ステップS15）。ここで、 $NH_3$ ガスは、例えば、50 sccmに制御されて供給される。

このとき、 $NH_3$ 分子は、ウェハWの表面に吸着した $TiCl_4$ 分子と反応し、ほぼ1原子層分のTiN層が形成される。さらに、形成されたTiN層の上には、

- 15  $NH_3$ 分子が吸着する。

所定時間後、 $NH_3$ ガスは停止される。この状態で、Arガスは依然として流れており、チャンバ12内は、Arガスによりパージされる（ステップS16）。このとき、TiN層上に吸着したほぼ1層分の $NH_3$ 分子を除いて、チャンバ12内の $NH_3$ 分子は排気され、除去される。

- 20 所定時間、例えば、0.5秒間パージを行った後、ステップS13に戻り、チャンバ12内に $TiCl_4$ ガスを供給する。このとき、 $TiCl_4$ 分子は、TiN層上の $NH_3$ 分子と反応し、ほぼ1原子層分のTiN層が新たに形成される。また、このTiN層上に、 $TiCl_4$ 分子が吸着する。

$TiCl_4$ ガスの供給後、Arガスによるパージを行う（ステップS14）。

- 25 これにより、TiN層上に吸着したほぼ1原子層分の $TiCl_4$ 分子を除いて、 $TiCl_4$ 分子はチャンバ12内から排気され、除去される。

次に、チャンバ12内に $NH_3$ ガスを供給する（ステップS15）。これにより、 $NH_3$ 分子とTiN層上に吸着した $TiCl_4$ 分子とが反応して、新たなTiN層が形成される。また、このTiN層上には $NH_3$ 分子が吸着する。

NH<sub>3</sub>ガスの供給後、Arガスによるパージを行う（ステップS16）。これにより、TiN層上に吸着されたほぼ1原子層分のNH<sub>3</sub>分子を除いて、NH<sub>3</sub>分子は、チャンバ12外に排気され、除去される。

以降、上記のように、ステップS13～ステップS16の工程を繰り返し、TiN層をほぼ1原子層ずつ積層する。上記工程を所定回数繰り返すことにより、所定厚さのTiN膜が形成される。ここで、制御装置100は、所定厚さのTiN層を形成するために必要な繰り返し回数を記憶している。

ステップS17にて、制御装置100は、ステップS13～ステップS16の工程を、上記必要な回数だけ繰り返したか否かを判別する。所定回数に達していないと判別した場合には（ステップS17：NO）、ステップS13に戻り、上記工程を繰り返す。所定回数に達していると判別した場合には（ステップS17：YES）、Arガスの供給を停止する（ステップS18）。続いて、例えば搬送アームによりウェハWをチャンバ12の外部に搬出する（ステップS19）。以上で、成膜処理は終了する。

15 上述したALD処理では、チャンバ12内のガス雰囲気の切り換えが多数回行われる。ここで、本実施の形態のチャンバ12は、上述したように、ガス供給口19近傍、サセプタ16近傍及びチャンバ12下部における淀みの発生が抑制された構造を有する。淀みの発生は、全体としてのガスのチャンバ12内滞留時間を増加させ、また、淀み内部のガスは切り換えられ難いので、ガス雰囲気の切り換え速度を低下させる。このことから、本実施の形態のチャンバ12では、チャンバ12内の雰囲気

20 気の切り換えが容易となるなど、ガスの切り換えが高速に行われる。

また、淀みの発生領域を排除していることから、チャンバ12内の容積は実質的に低減されている。これにより、一層高速なチャンバ12内の雰囲気

25 気の切り換えが可能となる。

（実施例）

図1に示す本実施の形態の処理装置11におけるガスの圧力分布をシミュレーションした結果を図3Aに示す。また、図3Bに、通常のチャンバ12を用いた場合（比較例）の結果を示す。シミュレーションの条件を以下に示

す。

(本実施の形態)

ウェハWの径：200 mm

ガス供給の最大径：200 mm

- 5 シャワーヘッド20からウェハWまでの距離 $L_1$ ：15 mm  
サセプタ16側面からチャンバの内壁12dまでの距離 $L_2$ ：10.6 mm  
サセプタ16側面からチャンバの内壁12cまでの距離：15 mm  
サセプタ16の下面位置におけるチャンバ12の内径：250 mm

(比較例)

- 10 ウェハWの径：200 mm  
ガス供給の最大径：200 mm  
シャワーヘッド20からウェハWまでの距離：15 mm  
チャンバ12の内径：300 mm

(ガス供給)

- 15 Arガス1000 sccmを流した状態で、全体が399 Pa (3 Torr)、  
TiCl<sub>4</sub>：Ar=3：5となるようにTiCl<sub>4</sub>ガスを導入する。

シミュレーションは、サセプタ16の下面位置より上の、チャンバ12上部の領域について行った。上記条件に基づいて、ガス導入後0.3秒後のチャンバ内の圧力分布を算出した。結果は、TiCl<sub>4</sub>の分圧が、 $6.65 \times 10^{-2}$  Pa ( $5 \times 10^{-4}$  Torr) より大きい領域を、点を付した領域として示す。

- 20 淀みの発生領域を排除しない、通常のチャンバ12では、図3Bに示すように、ガス供給口19の近傍から、サセプタ16の端部を覆うように、TiCl<sub>4</sub>の分圧が、 $6.65 \times 10^{-2}$  Pa より大きい領域が形成されている。一方、図3Aに示す、本実施の形態のチャンバ12では、このような領域は形成されず、チャンバ12の上部領域は、均一な圧力分布が形成されていることが理解される。

図3Aおよび図3Bに示す結果から、本実施の形態のチャンバ12では、圧力が相対的に高い領域の発生によるコンダクタンス(全体としてのガスの流れ易さを表す)の低下は抑制されることが理解される。従って、本実施の形態のチャンバ12において、コンダクタンスの低下に起因する淀みの発生は低減される。

以上説明したように、本実施の形態の処理装置 1 1 では、ガス供給口 1 9 の近傍およびサセプタ 1 6 の近傍の淀みの発生しやすい領域が物理的に排除されている。このため、ガス供給時の淀みの発生によるチャンバ 1 2 内のガス雰囲気の切り換え速度の低下等は低減される。さらに、チャンバ 1 2 の容積は実質的に低く抑えられる。以上のことから、チャンバ 1 2 内の雰囲気の高速な切り換えが可能となり、生産性の高い処理が可能となる。

本発明は、上記実施の形態に限定されず、種々の変形及び応用等が可能である。以下、本発明に適用可能な上記実施の形態の変形態様について、説明する。

上記実施の形態では、チャンバ 1 2 内にシャワーヘッド 2 0 を介してガスを供給するものとした。しかし、シャワーヘッド 2 0 の代わりに、ノズル構造を用いてもよい。

上記実施の形態では、チャンバ 1 2 の上部の淀みが発生しやすい領域を排除するように構成した。しかし、これに限らず、チャンバ 1 2 の内部全体に同様に、淀みの発生しやすい領域を排除するようにすることができる。例えば、図 4 に示すように、チャンバ 1 2 を略八角形状の断面を有するように構成してもよい。さらに、排気側の側壁 1 2 a a は、チャンバ 1 2 の下部を排気口 1 3 を備える底面 1 2 a と 90 度より大きい角度をなすように構成されている。すなわち、排気口 1 3 近傍の淀みが発生しやすい領域を物理的に排除している。

また、図 4 に示す構成では、サセプタ 1 6 の下面側を、排気口 1 3 に向かって突出するようにテーパ状に形成している。これにより、サセプタ 1 6 の下方の淀みが発生しやすい領域を物理的に排除している。このような構成により、淀みの発生をより抑制することができ、高い生産性が得られる。

また、上記実施の形態では、被処理体であるウェハ W の主面に略垂直な方向からガスを供給する構成とした。しかし、ウェハ W の主面に略水平な方向からガスを供給する構成としてもよい。この場合、図 5 に示すような、主面に垂直な方向から見て八角形状の断面を有する構成や、図 6 に示すような、主面に水平な方向から見て八角形状の断面を有する構成としてもよい。または、これらを組み合わせた構成としてもよい。

図 5 及び図 6 に示すように、チャンバの略垂直断面及び／又は略水平断面にお

いて、ガス供給口 19 が配設されたチャンバの一面 12 b に隣接する側壁 12 d は、当該チャンバの一面 12 b と 90 度より大きい角度をなすように構成されている。一方、ガスの排気側においても、側壁 12 a a は、ガス排気口 13 が配設されたチャンバの一面 12 a と 90 度より大きい角度をなすように構成されている。すなわち、ガスの供給側及びガスの排気側付近の淀みが発生しやすい領域が物理的に排除されている。さらに、ガス供給口 19 から供給されたガスは、ガスがウェハ W 上を通過する時に比べて、ウェハ W を通過した後の流路断面が小さくなるように流される。このため、ガスは、流速が増加された状態で、側壁 12 a a に沿って流れるので、排気側、特にチャンバのコーナー部近傍の淀みの発生を効果的に抑制することができる。従って、ガス雰囲気の切り換え速度が向上し、高い生産性を得ることができる。

また、上記実施の形態では、チャンバ 12 の壁面を淀みの発生しやすい領域を排除する形状に構成するものとした。しかし、チャンバ 12 内のガス供給空間が実質的に同等に構成されていればよく、例えば、図 7 に示すように、チャンバ 12 の内部に、空間を埋める部材 30 を取り付け構成としてもよい。このとき、部材 30 が、第 2 の側壁 12 d と同等の機能を果たす。なお、この場合においても、サセプタ 16 の側面とチャンバ 12 の部材 30 との距離  $L_2$  は、シャワーヘッド 20 とウェハ W との距離  $L_1$  よりも小さい。すなわち、シャワーヘッド 20 から供給されたガスは、ガスがウェハ W 上を通過する時に比べて、ウェハ W を通過した後の流路断面が小さくなるように流される。

また、上記実施の形態では、チャンバ 12 は、略六角形状の断面を有するものとした。しかし、チャンバ 12 の淀み形成領域を排除するとともに、所望のコンダクタンスが得られる構造であれば、六角形以上の多角形、弧状、または、流線型など、どのような形状であってもよい。

上記実施の形態では、サセプタ 16 に埋設したヒータ 18 によりウェハ W を加熱するものとした。しかし、これに限らず、例えば、赤外線ランプ等により加熱する構成としてもよい。

上記実施の形態では、 $TiCl_4$  ガスと  $NH_3$  ガスとの供給の間に、Ar ガスを

流して処理領域内の雰囲気置換するものとした。しかし、Arガスの供給を停止して、真空状態に排気することにより、雰囲気置換を行うようにしてもよい。

上記実施の形態では、TiCl<sub>4</sub>とNH<sub>3</sub>とを用いて、ウェハWの表面にTiN膜を1原子層ずつ形成するものとした。しかし、ウェハWの表面に形成されるTiN膜は、原子層レベルの厚さを有する層からなる積層膜であればよく、1層の厚さは、1原子層に限定されない。

上記実施の形態では、TiCl<sub>4</sub>とNH<sub>3</sub>とを用いて、ウェハWの表面にTiN膜を形成するものとした。しかし、膜形成のために用いる物質、および、成膜する膜の種類は、これに限られない。TiN膜の他に、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>、Ta<sub>2</sub>N、SiO<sub>2</sub>、SiN、SiON、WN、WSi、RuO<sub>2</sub>等、他の金属膜であってもよい。また、この場合、使用するガス種は、TiCl<sub>4</sub>の代わりに、TaBr<sub>5</sub>、Ta(OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>5</sub>、SiCl<sub>4</sub>、SiH<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>、WF<sub>6</sub>等のいずれか1種を用い、NH<sub>3</sub>の代わりに、N<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、NO、N<sub>2</sub>O、N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>等のいずれか1種を用いることができる。

また、パージガスは、不活性なガスであればよく、Arに限らず、窒素、ネオン等を用いてもよい。

本発明の処理装置11は、アニール等の他の処理を行う処理装置と、インラインで接続され、または、クラスタリングされてもよい。

本発明の精神及び範囲を逸脱することなく、当業者により上記の実施形態に種々の改良等が加えられるであろう。上記の実施形態は、図解目的であり、本発明の範囲を限定するものではない。従って、本発明の範囲は、上記記載を参照するのではなく、下記のクレームが権利を与えられる均等の全範囲に沿って決定されるべきである。

本出願は、日本国特願2002-169322（2002年6月10日受理）を基礎とするものであり、その明細書、請求の範囲、図面及び要約書の内容を含む。この出願の全ての内容は、ここで、援用される。

#### 産業上の利用の可能性

本発明は、成膜処理に限らず、エッチング処理等、複数種のガスを用い、プロ



セス雰囲気を高速に切り替える必要のあるすべての処理に適用することができる。

また、本発明は、半導体ウェハに限らず、液晶表示装置用の基板にも適用することができる。

- 5      以上説明したように、本発明によれば、高速なガス雰囲気の切り換えが可能な、生産性の高い処理装置及び処理方法が提供される。

## 請求の範囲

1. チャンバ（12）と、

前記チャンバ（12）内に設けられ被処理体を載置する載置台（16）と、

5 前記チャンバ（12）の一面（12b）に設けられ前記チャンバ（12）内に所定のガスを供給するためのガス供給口（19）と、

を備え、

前記載置台（16）は、前記チャンバの一面（12b）と略平行に配置され、

10 前記供給口（19）から前記被処理体に向かう前記ガスの流れに沿った前記チャンバ（12）の略垂直断面において、前記チャンバの一面（12b）に隣接する前記チャンバ（12）の側壁（12d）は、前記チャンバの一面（12b）と90度より大きい角度をなすように構成される、

ことを特徴とする処理装置。

2. 前記ガス供給口（19）は、前記被処理体と略同一の面積を有するように形成  
15 されている、ことを特徴とする請求項1に記載の処理装置。

3. 前記供給口（19）から前記被処理体に向かう前記ガスの流れに沿った前記載置台（16）の略垂直断面において、前記被処理体を載置する載置面は、当該載置面と隣接する前記載置台（16）の側面と90度より大きい角度をなすように構成される、

20 ことを特徴とする請求項1に記載の処理装置。

4. 前記供給口（19）から前記被処理体に向かう前記ガスの流れに沿った前記チャンバ（12）及び前記載置台（16）の略垂直断面において、前記チャンバの側壁（12d）は、前記載置台（16）の前記側面と略平行に構成されている、ことを特徴とする請求項3に記載の処理装置。

25 5. 前記供給口（19）から前記被処理体に向かう前記ガスの流れに沿った前記チャンバ（12）及び前記載置台（16）の略垂直断面において、前記チャンバの側壁（12d）と前記載置台（16）の前記側面との距離は、前記チャンバの一面（12b）と前記被処理体との距離よりも小さくなるように構成されている、ことを特徴とする請求項4に記載の処理装置。

6. チャンバ（12）と、

前記チャンバ（12）内に設けられ被処理体を載置する載置台（16）と、

前記チャンバ（12）の一面（12b）に設けられ前記チャンバ（12）内に所定のガスを供給するためのガス供給口（19）と、

5      を備え、

前記載置台（16）は、前記供給口（19）から供給される前記ガスの流れ方向と略平行に配置され、

前記チャンバ（12）の略垂直断面及び／又は略水平断面において、前記チャンバの一面（12b）に隣接する前記チャンバ（12）の側壁（12d）は、前記チャンバの一面（12b）と90度より大きい角度をなすように構成される、  
10      ことを特徴とする処理装置。

7. チャンバ（12）と、

前記チャンバ（12）内に設けられ被処理体を載置する載置台（16）と、

前記チャンバ（12）の一面（12b）に設けられ前記チャンバ（12）内に所定のガスを供給するためのガス供給口（19）と、  
15      前記チャンバ（12）内を排気するためのガス排気口（13）と、

を備え、

前記チャンバ（12）は、前記ガス供給口（19）から供給された前記ガスが前記被処理体近傍に到達するまでの流路断面が漸増し、前記ガスが前記被処理体近傍を通過してから前記ガス排気口（13）に至るまでの流路断面が漸減するように構成される、  
20      ことを特徴とする処理装置。

8. チャンバ内に複数種のガスをガス供給口から交互に供給して、前記チャンバ内の雰囲気を取り換えながら、前記チャンバ内に配置された基板を処理する方法であって、  
25      前記ガス供給口から所定のガスを前記チャンバ内に供給するガス供給ステップと、

前記ガス供給ステップにて供給されたガスの流れ方向に沿って、前記ガスが前記基板近傍を通過する時の速度に対して、前記ガスが前記基板近傍を通過した後の速

度を漸増させる速度変換ステップと、

を備えることを特徴とする処理方法。

9. 前記速度変換ステップにて、前記ガスは、前記基板近傍を通過した後では前記基板近傍を通過する時の流路断面よりも小さい流路断面を有するように、前記チャ

5   ンバ内を流される、

ことを特徴とする請求項8に記載の処理方法。

1/8

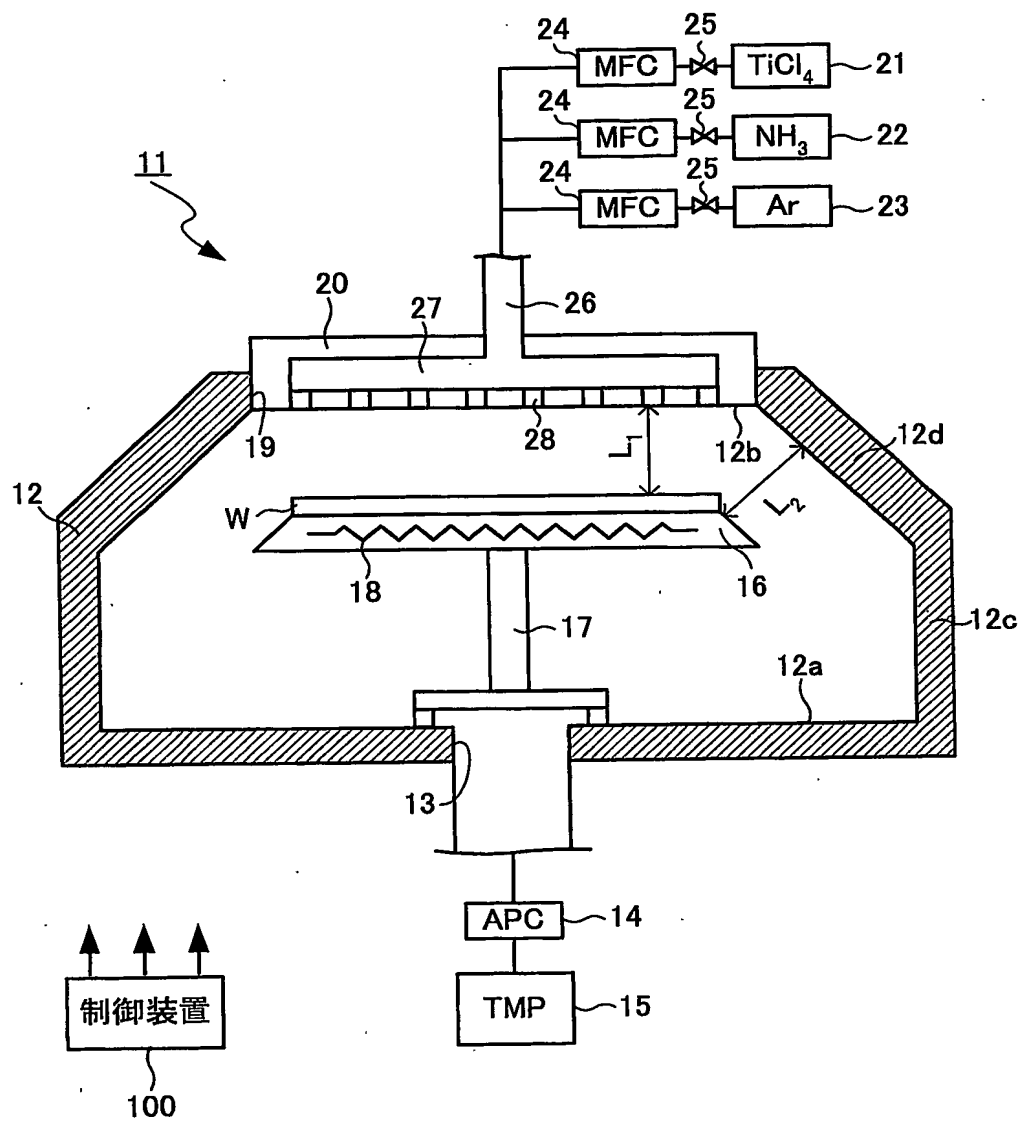


図1

2/8

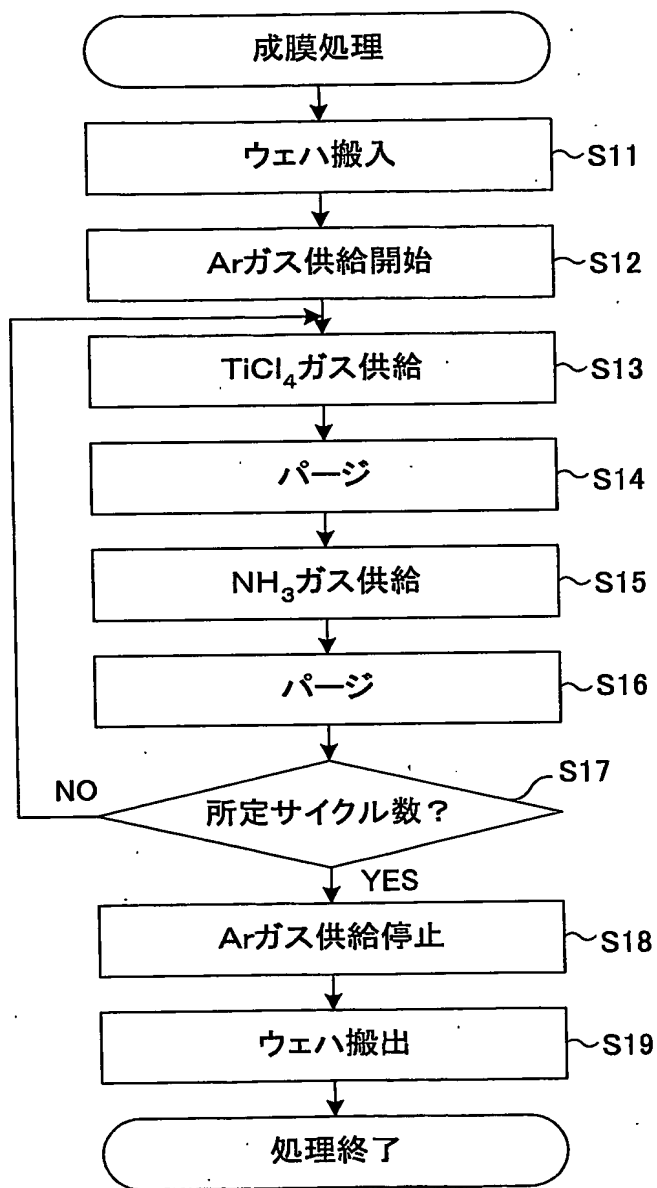


図2

3/8

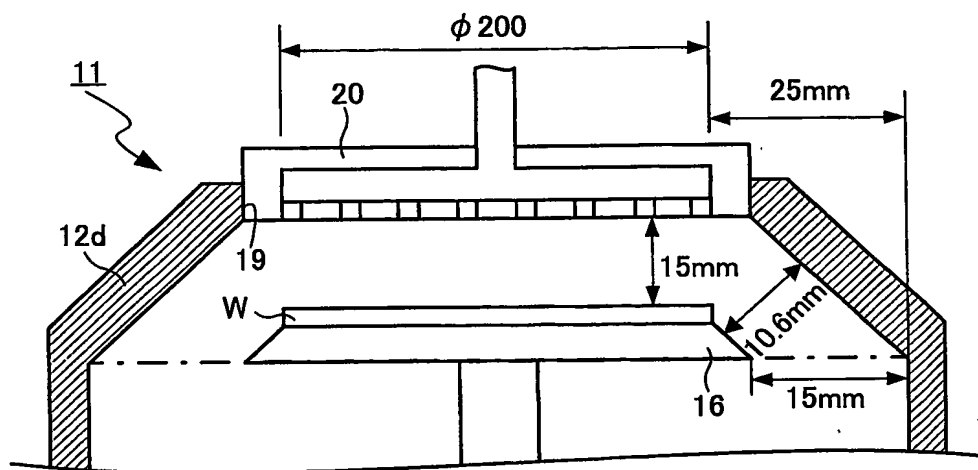


図3A

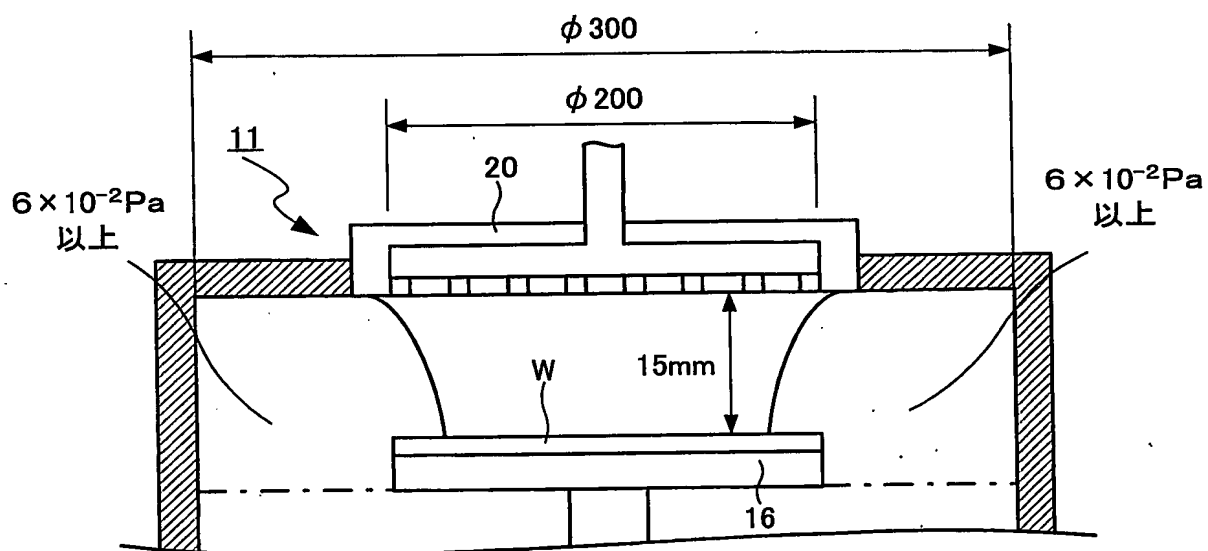


図3B





5/8

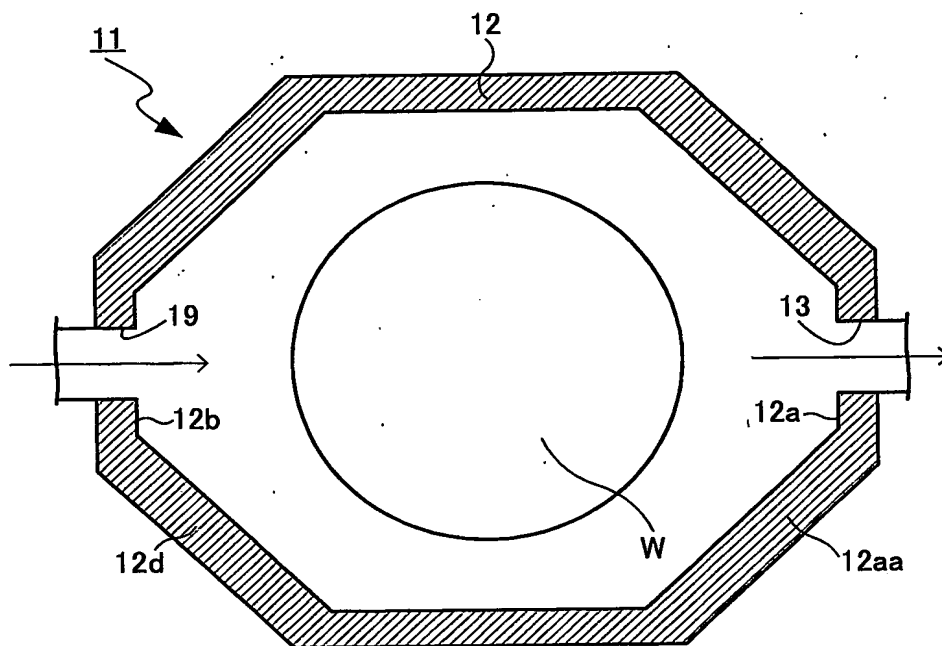


図5



7/8

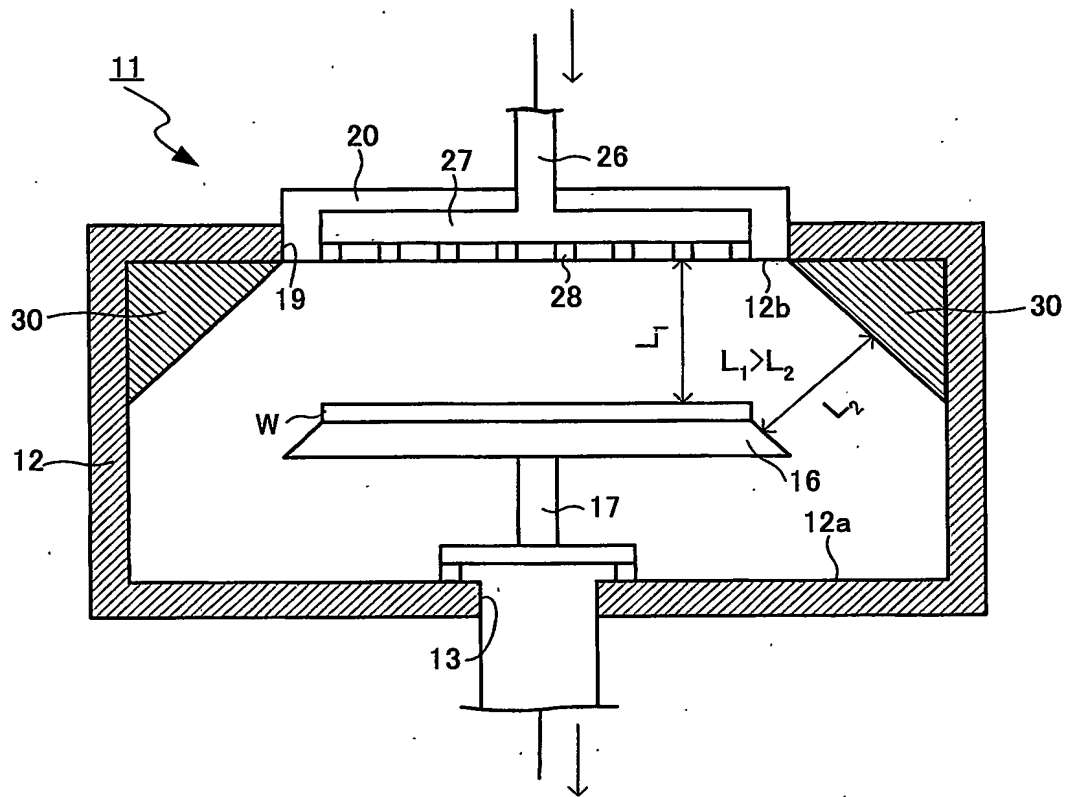


图7

8/8

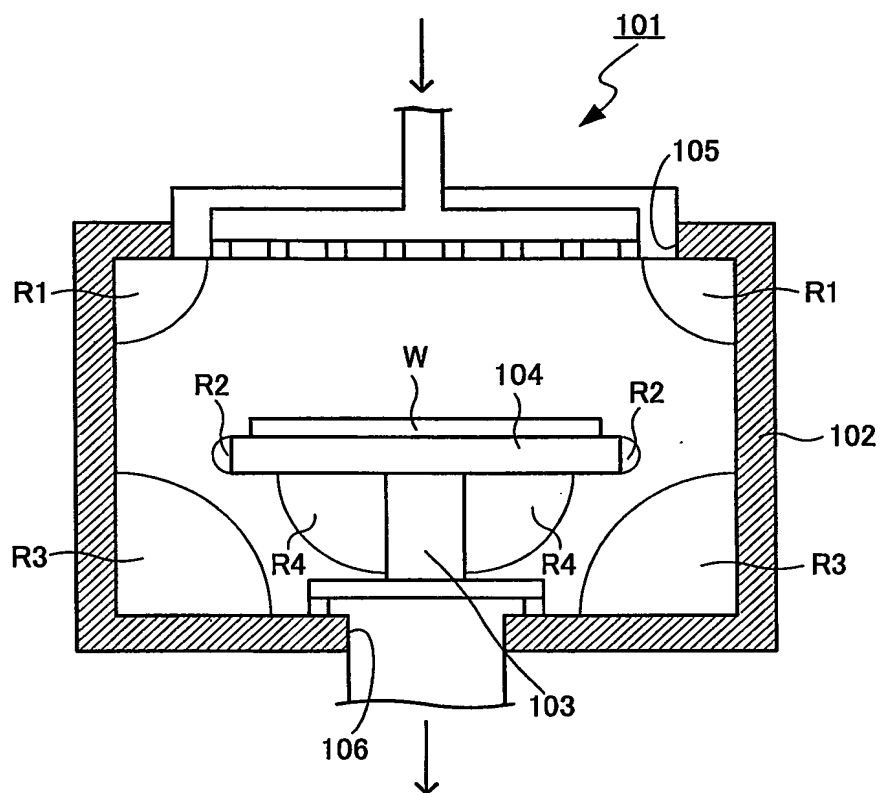


図8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/07294

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> C23C16/44, H01L21/31, H01L21/285

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> C23C16/00-16/56, H01L21/205, H01L21/31

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 93/26038 A1 (MATERIALS RESEARCH CORP.), 23 December, 1993 (23.12.93), Page 32, line 14 to page 33, line 5; Fig. 4 & JP 3051941 B2 Column 17, line 22 to 35; Fig. 4 & AU 9345353 A & US 5356476 A & EP 646285 A1 & TW 310447 A & DE 69321954 E & KR 277807 B	1 2
X Y	US 5338363 A (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA), 16 August, 1994 (16.08.94), Column 12, line 3 to column 14, line 23; Figs. 11, 14, 16 & JP 5-166734 A Examples 3, 4, 5, 11, 14, 16 & DE 4241932 A1	1 2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

 Date of the actual completion of the international search  
 19 August, 2003 (19.08.03)

 Date of mailing of the international search report  
 02 September, 2003 (02.09.03)

 Name and mailing address of the ISA/  
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/07294

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 4-372119 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 25 December, 1992 (25.12.92), Figs. 1, 4 (Family: none)	1 2, 8, 9
X Y	JP 64-46917 A (Toshiba Corp.), 21 February, 1989 (21.02.89), Figs. 1, 2 (Family: none)	1 2, 8, 9
Y	JP 11-135484 A (Hitachi, Ltd.), 21 May, 1999 (21.05.99), Par. No. [0003]; Fig. 1 (Family: none)	2
X Y	JP 2717971 B2 (Fujitsu Ltd.), 14 November, 1997 (14.11.97), Figs. 1, 2, 3 (Family: none)	6 8, 9
X Y	JP 62-151567 A (Sharp Corp.), 06 July, 1987 (06.07.87), Page 1, lower left column, lines 16 to 19; examples; Fig. 1 (Family: none)	7 8, 9
A	JP 2001-35799 A (Tokyo Electron Ltd.), 09 February, 2001 (09.02.01), Full text (Family: none)	1-9
A	JP 9-2441850 A (Kokusai Electric Co., Ltd.), 16 September, 1997 (16.09.97), Full text (Family: none)	1-9

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl<sup>7</sup> C23C16/44, H01L21/31, H01L21/285

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl<sup>7</sup> C23C16/00-16/56, H01L21/205, H01L21/31

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	WO 93/26038 A1 (MATERIALS RESEARCH CORPORATION) 1993.12.23 第32頁第14行～第33頁第5行, 第4図, & JP 3051941 B2, 第17欄第22～35行, 第4図, & AU 9345353 A, & US 5356476 A, & EP 646285 A1, & TW 310447 A, & DE 69321954 E, & KR 277807 B	1 2
X Y	US 5338363 A (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISYA) 1994.08.16 第12欄第3行～第14欄第23行, 第11図, 第14図, 第16図 & JP 5-166734 A, 実施例3, 実施例4, 実施例5, 図11, 図14, 図16, & DE 4241932 A1	1 2

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19.08.03

国際調査報告の発送日

02.09.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

宮澤 尚之



4G

9278

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 4-372119 A (古河電気工業株式会社) 1992.12.25 図1,図4, (ファミリーなし)	1 2,8,9
X Y	JP 64-46917 A (株式会社東芝) 1989.02.21 第1図,第2図, (ファミリーなし)	1 2,8,9
Y	JP 11-135484 A (株式会社日立製作所) 1999.05.21 [0003]段落,図1, (ファミリーなし)	2
X Y	JP 2717971 B2 (富士通株式会社) 1997.11.14 第1図,第2図,第3図, (ファミリーなし)	6 8,9
X Y	JP 62-151567 A (シャープ株式会社) 1987.07.06 第1頁左下欄第16~19行,実施例,第1図, (ファミリーなし)	7 8,9
A	JP 2001-35799 A (東京エレクトロン株式会社) 2001.02.09 全文, (ファミリーなし)	1-9
A	JP 9-2441850 A (国際電気株式会社) 1997.09.16 全文, (ファミリーなし)	1-9